

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-328664

(43)Date of publication of application : 10.12.1993

(51)Int.Cl.

H02K 7/116

H02K 24/00

(21)Application number : 04-151561

(71)Applicant : TAKAHIRO KOGYO KK  
YOKOKAWA PRECISION KK

(22)Date of filing : 19.05.1992

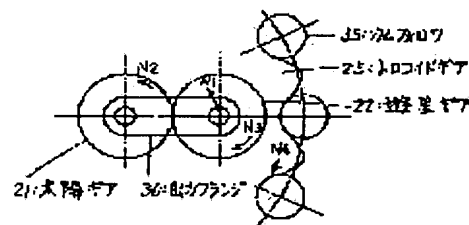
(72)Inventor : OSAWA YOSHIHISA  
HAYANO EIICHIRO  
MURAMATSU YASUHIKO  
ONO YUTAKA

## (54) INDEX DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To increase retention force of an object to be positioned by attaching a deceleration mechanism to a direct drive(DD) motor subjected to feedback control for positioning.

**CONSTITUTION:** Rotation of a DD motor is transferred to a trochoid gear 25 via a sun gear 21 and a planet gear 22 which constitute a deceleration mechanism and hence the trochoid gear 25 turns on its axis. The trochoid gear 25 which turns on its axis moves around the sun gear while being engaged to a cam follower 35, thus rotating an output flange 30. At this time, rotation of the DD motor is subjected to feedback control by a control part and hence the rotating position of the output flange 30 is positioned, thus obtaining an improved positioning flexibility and increasing retaining force of an object to be positioned.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The direct drive motor from which the inside stator became hollow structure with the outer rotor mold in the index device which performs positioning actuation, The inside stator has hollow structure with the outer rotor mold, and Rota and a stator are connected with Rota of said direct drive motor, and a stator, respectively. The magnetic resolver which detects the absolute rotation location of a direct drive motor, The feedback control control section [ location / of a direct drive motor / rotation ] based on the detecting signal of this magnetic resolver, The planet gear arranged the solar gear contained by the amount of [ which was formed of the direct drive motor and the magnetic resolver ] centrum, and around this solar gear, The connection member which connects the shaft of said solar gear with Rota of said direct drive motor, The trochoid gear of the shape of stellate [ which was fixed to said planet gear ], and the cam follower which a location is fixed, is arranged in accordance with the revolution orbit of said trochoid gear, and is engaging with the trochoid gear, The output flange to which it is supported free [ rotation ], said planet gear is held, enabling free rotation, and the candidate for positioning is fixed, Provide, tell rotation of a direct drive motor to a trochoid gear through a solar gear and a planet gear, and a trochoid gear is made to rotate. The trochoid gear made to rotate is an index device characterized by revolving around the sun, engaging with the cam follower by which location immobilization was carried out, and rotating said output flange by revolution of a trochoid gear.

[Claim 2] The index device according to claim 1 characterized by containing the magnetic resolver of a multi-rotation mold which detects the absolute rotation location in 1 rotation of said output flange by detecting the absolute rotation location in many rotations of said direct drive motor to a part for the centrum formed of said direct drive motor and magnetic resolver.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the index device used for the automated equipment etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are a mechanical index device and an index device of an electronic formula as index device. As a mechanical index device, as shown, for example in drawing 6, the roller 4 formed in the perimeter of a rotary table 3 is made to engage with the slot 2 of the cam 1 of a warm configuration, and some which position a rotary table 3 are in it by rotating a cam 1. As an index device of an electronic formula, there are some which position a rotary table with the servo motor of a direct-drive mold. At a mechanical index device, since an indexing location is decided by the mechanical configuration of a cam, it does not have the flexibility of positioning. On the other hand, since it deduces with the location command value given to a servo motor and a location can be changed easily, the flexibility of positioning excels the mechanical index device in the index device of an electronic formula. However, the maintenance for positioning is held [ in the index device of an electronic formula ] by the cam of a warm configuration to holding by the maintenance torque of a servo motor at the mechanical index device. For this reason, the holding power for positioning is excellent in the direction of a mechanical index device. Thus, the mechanical index device and the index device of an electronic formula have merits and demerits, respectively.

[0003] There were some which were indicated by the application specification of Japanese Patent Application No. No. 85614 [ one to ] by these people as an actuator applicable to the index device of an electronic formula, for example. This actuator is what combined the motor and the magnetic resolver, and a motor and a magnetic resolver are made the configuration with which both inside stators have hollow structure with the outer rotor mold, and Rota and stators were made to connect. The implementation of an index device which had the advantage of the both sides of the index device of a mechanical cable type and an electronic formula using such an actuator has been tried.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It aims at realizing the index device which had the advantage of the both sides of the index device of a mechanical cable type and an electronic formula in compact size using the actuator which this invention was made in view of the point mentioned above, and became hollow structure.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention is the index device which became a configuration as follows.

(1) The direct drive motor from which the inside stator became hollow structure with the outer rotor mold in the index device which performs positioning actuation, The inside stator has hollow structure with the outer rotor mold, and Rota and a stator are connect d with Rota of said direct drive motor, and a stator, respectively. The magn tic resolver which detects th absolute rotation location of a direct driv motor, The feedback control control section [ location / of a direct drive motor / rotation ] based on the detecting signal of this magnetic resolver, The planet gear arranged the solar gear contained by the amount of [ which was formed of the direct drive motor and the magnetic resolver ] centrum, and

around this solar gear, The connection member which connects the shaft of said solar gear with Rota of said direct drive motor, The trochoid gear of the shape of stellate [ which was fixed to said planet gear ], and the cam follower which a location is fixed, is arranged in accordance with the revolution orbit of said trochoid gear, and is engaging with the trochoid gear, The output flange to which it is supported free [ rotation ], said planet gear is held, enabling free rotation, and the candidate for positioning is fixed, Provide, tell rotation of a direct drive motor to a trochoid gear through a solar gear and a planet gear, and a trochoid gear is made to rotate. The trochoid gear made to rotate is an index device characterized by revolving around the sun, engaging with the cam follower by which location immobilization was carried out, and rotating said output flange by revolution of a trochoid gear.

(2) The index device according to claim 1 characterized by containing the magnetic resolver of a multi-rotation mold which detects the absolute rotation location in 1 rotation of said output flange by detecting the absolute rotation location in many rotations of said direct drive motor to a part for the centrum formed of said direct drive motor and magnetic resolver.

[0006]

[Function] Rotation of a direct drive motor is told to a trochoid gear through a solar gear and a planet gear, and a trochoid gear is made to rotate in such this invention. The trochoid gear made to rotate revolves around the sun, engaging with the cam follower by which location immobilization was carried out. An output flange is rotated by revolution of a trochoid gear. At this time, when feedback control of the rotation of a direct drive motor is carried out by the control section, the rotation location of an output flange is positioned. Moreover, the magnetic resolver of a multi-rotation mold is contained to a part for the centrum formed of a direct drive motor and a magnetic resolver, and the absolute rotation location in 1 rotation of an output flange is detected by detecting the absolute rotation location in many rotations of a direct drive motor by this magnetic resolver.

[0007]

[Example] Hereafter, this invention is explained using a drawing. Drawing 1 is drawing having shown the mechanical configuration of one example of this invention. Drawing 2 R> 2 shows the condition of having removed the output flange which is a \*\*\*\* Fig. and was put up from the upper part in the equipment of drawing 1 . In drawing 1 R> 1 and drawing 2 , 10 is an actuator and combines the magnetic resolver 12 with a direct drive motor (it considers as DD motor hereafter) 11. Although this actuator is shown roughly by a diagram, the fundamental configuration is the same as that of the actuator indicated by the application specification of Japanese Patent Application No. 1-85614. That is, an actuator 10 connects the DD motor 11 and the magnetic resolver 12 from which both inside stators became hollow structure with an outer rotor mold. The magnetic resolver 12 consists of a 1X resolver and a nX resolver. 1X resolver detects the rotation location of the DD motor 11 by making 1/n rotation (n being two or more integers) into resolution. nX resolver detects the rotation location in the detected 1/n rotation. These resolvers detect the absolute rotation location of DD motor. The moderation device 20 is contained by the amount of [ of an actuator 10 / 13 ] centrum.

[0008] In the moderation device 20, it is the planet gear which 21 gears with a solar gear, and 22 has geared with the solar gear 21, and has been arranged around the solar gear 21. 23 is the solar shaft with which the solar gear 21 was fixed. The solar shaft 23 is connected with Rota 14 of an actuator 10 through the connection member 24. 25 is the trochoid gear of the shape of stellate [ to which the planet gear 22 was fixed ]. The trochoid gear 25 is supported by the planet shaft 27 free [ rotation ] by bearing 26. The planet shaft 27 is being fixed to the output flange 30. A positioning object is fixed to the output flange 30. The output flange 30 is pressed down by bearing 31, and is supported free [ rotation ] to the member 32 and the holddown member 33. The holddown member 33 is being fixed to the body member 34 by which location immobilization was carried out. The stator 15 of an actuator 10 is also being fixed to the body member 34. 35 is the cam follower which engaged with the trochoid gear 25. The cam follower 35 is attached in the shaft 36 fixed to the holddown member 33 free [ rotation ]. Thereby, as for the cam follower 35, the location is being fixed. The DD motor 11, the magnetic resolver 12, and the solar shaft 23 make a medial axis in agreement, and are arranged.

[0009] 40 is the resolver (it considers as a M/T resolver hereafter) of a multi-rotation mold. Rota 41 of the M/T resolver 40 is connected with the reducer which consists of gears 42 and 43, and bearing 44 through coupling 45 at the solar shaft 23. The reduction gear ratio by gears 42 and 43 is equal to the reduction gear ratio of the power transfer path of resulting [ from Rota 14 ] in the output flange 30. If

these reduction gear ratios are set to  $1/m$  ( $m$  is two or more integers), the M/T resolver 40 will detect the rotational frequency in  $m$  rotation of Rota 14. The M/T resolver 40 is a 1X resolver indicated by the application specification of Japanese Patent Application No. No. 205971 [ 63 to ] by these people. This 1X resolver is a magnetic resolver of the eccentric mold from which the center of rotation of Rota is carrying out eccentricity, and the gap of Rota and a stator changes with eccentricity at a rate of one period for every rotation of Rota. In this resolver, change of the gap between the Rota stators has detected the rotation location of a motor using the inductance of the coil wound around the stator changing. 46 is an attachment component which fixes the M/T resolver 40 to the body member 34.

[0010] In such an index device, rotation of a motor 11 rotates Rota 14 of an actuator 10. Rotation of Rota 14 is told through the connection member 24, the solar shaft 23, the solar gear 21, and a planet gear 22, and makes the trochoid gear 25 rotate. Since location immobilization of the cam follower 35 with which the trochoid gear 25 made to rotate is engaging is carried out, along with a cam follower 35, it revolves around the sun. Since it is fixed to the output flange 30, the output flange 30 rotates the planet shaft 27 which supports the trochoid gear 25 by revolution of the trochoid gear 25. Thus, the output flange 30 is rotated and it is positioned.

[0011] Next, the configuration of the control section which performs point-to-point control is explained. Drawing 3 is the block diagram having shown the example of a configuration of the control section of the index device concerning this invention. The thing same at drawing 3 as drawing 1 and drawing 2 attaches the same sign. Hereafter, suppose that it is the same in drawing. By a diagram, it is the high order controller by which U controls an index device and C controls index-device U. L is a load used as the candidate for positioning. The magnetic resolver 12 consists of a 1X resolver 121 and a nX resolver 122, as mentioned above. Moreover, the M/T resolver 40 is connected with the DD motor 11 through the moderation device 401. The moderation device 401 is equivalent to the gears 42 and 43 of drawing 1.

[0012] In index-device U, the encoder interface section (an interface is hereafter made into I/F) to which, as for 612, the 1X resolver 121, the nX resolver 122, and the M/T resolver 40 are connected, and 613 are absolute position transducers which detect a location absolutely from the detecting signal taken out through the encoder I/F section 612. They are the position control section which 614 makes a feedback signal the detecting signal of an absolute position transducer 613, and carries out feedback control of the DD motor 11, and the speed-control section which 615 makes a feedback signal a rate command signal and the signal from the encoder I/F section 612 for the signal from the position control section 614, and carries out feedback control of the rotational speed of the DD motor 11. The torque limiter to which 616 restricts the output torque of the DD motor 11, and 617 are current detectors which detect the current which flows in the coil of the DD motor 11. In this example, since the DD motor 11 is a three-phase motor, if two current detectors detect the exciting current of the coil of two phases, it can also detect the exciting current of the coil of other phases. 618 is a current control section which carries out feedback control of the exciting current of the coil of the DD motor 11 by making the detection current of the current detector 617 into a feedback signal. 619 is the table of a cam curve, and the cam curvilinear table storage section the number of partitions etc. was remembered to be. Here, a cam curve takes the variation rate which arises by time amount on an axis of abscissa, and arises it by rotation of a cam on an axis of ordinate, a rate, and acceleration. Two or more kinds of cam curves are memorized by the cam curvilinear table storage section 619. 620 is the event management section and performs starting, halt, and reception and generating of a synchronizing signal between the high order controller C and the position control section 614. Here, a synchronizing signal is a signal generated since a synchronization is taken and driven between index-device U and other sources of power, when there are other sources of power besides index-device U. 621 is a power supply section which AC100V or AC200V are inputted and supplies power to each part of index-device U.

[0013] In the high order controller C, 630 is a sequencer, and through Di/Do Rhine (DATA in/DATA out Rhine) 631 using a contact signal, a seizing signal is given to the event management section 620, or it receives a synchronizing signal from the event management section 620 to it. 632 is the teaching box which used the personal computer, and through the communication line 633 of RS232C, the table of a cam curve is written in the cam curvilinear table storage section 619, or it gives a seizing signal to the event management section 620.

[0014] Actuation of such a control section is explained.

(1) Memorize the table and the number of partitions of a cam curve to the cam curvilinear table storage

section 619 with the teaching box 632 in the place where the pattern of the load L of preparation of operation of operation was decided. When special and it is necessary to take out a synchronizing signal with the place positioned in the rotation location with a motor to the exterior, this is specified with the teaching box 632. Moreover, if actuation of a load is switched and used for two or more kinds at the time of use, the table of all cam curves needed will be set up. These cam curves are managed within an index device by the cam number.

[0015] (2) If the starting command of a motor is received from the sequencer 630 of operation at the time of use, or the teaching box 632, the event management section 620 hands over the table value of the cam curve specified at the time to the position control section 614, and the position control section 614 will make a command value the handed-over table value, and will carry out positioning feedback control of the DD motor 11. When a motor is positioned by the position, if the event management section 620 detects it by the detecting signal from an absolute position transducer 613 and has a demand, it will output this to the high order controller C. Generally, the above-mentioned actuation is repeated. It is [0016] which gives change-over directions through a sequencer 630 or the teaching box 632 to switch a cam curve while the motor has stopped. (3) If the DD motor 11 rotates the detection actuation 1X resolver 121 of the absolute rotation location for positioning one time, the phase of a detecting signal will change by one period. If the DD motor 11 does  $1/n$  rotation of the  $nX$  resolver 122, the phase of a detecting signal will change by one period. If the DD motor 11 does  $m$  rotation of the M/T resolver 40, the phase of a detecting signal will change by one period. Since it is such, the absolute rotation location in 1 rotation of the DD motor 11 is detected by making  $1/n$  rotation into resolution with the magnitude of the detecting signal of the 1X resolver 121, and detecting the rotation location in the  $1/n$  rotation which detected and detected the rotation location of the DD motor 11 with the magnitude of the detecting signal of the  $nX$  resolver 122. Furthermore, the magnitude of the detecting signal of the M/T resolver 40 detects the rotational frequency in  $m$  rotation of the DD motor 11. And the absolute rotation location in  $m$  rotation of the DD motor 11 is detected based on the detected rotational frequency and the absolute rotation location in 1 rotation of the detected DD motor 11. Whenever the DD motor 11 does  $m$  rotation of, in order to rotate the output flange 30 one time, the absolute rotation location in 1 rotation of the output flange 30 is detected by the detecting signal of the 1X resolver 121, the  $nX$  resolver 122, and the M/T resolver 40.

[0017] Next, the reduction gear ratio of the moderation device 20 is explained. Drawing 4 is drawing having shown the dynamic model of the moderation device 20. By drawing 4, as for a cam follower 35, a location is fixed, and the output flange 30 becomes an arm and equivalence dynamically. A planet gear 22 and the trochoid gear 25 are rotated to one. With the dynamic model shown in drawing 4, the rotational frequency of the output flange 30, the solar gear 21, a planet gear 22, the trochoid gear 25, and a cam follower 35 becomes as it is shown in drawing 5, respectively. In drawing 5, it is the number of teeth of A, B1, B-2, the \*\*\*\*\* solar gear 21, a planet gear 22, and the trochoid gear 25. Moreover, C is the number of a cam follower 35. For example, it is set to rotational frequency  $N3=N4=-2$  of the rotational frequency  $N2=4$  of the solar gear 21, a planet gear 22, and the trochoid gear 25 when it is  $A=30$ ,  $B1=30$ ,  $B-2=5$ , and  $C=15$ . By this, the reduction gear ratio between the DD motor 11 and the output flange 30 is set to one fourth.

[0018]

[0019] In addition, as for the trochoid gear 25, it may be prepared other than [ two or more ] three piece.

[Effect of the Invention] According to this invention, the following effectiveness is acquired.

\*\* Since it is positioning by attaching \*\*\*\*\* to DD motor by which feedback control is carried out, the flexibility of positioning is excellent and, moreover, the holding power for positioning can realize a large index device. By this, an index device with the advantage of both index devices of a mechanical cable type and an electronic formula becomes realizable.

\*\* Since the moderation device is contained by the amount of [ of this actuator ] centrum using the actuator which became hollow structure, a moderation device can be established, without enlarging the overall height of equipment.

\*\* Since the candidate for positioning is driven through a moderation device, the servo system of DD motor stops being influenced of disturbance torque easily. By this, tuning of the servo system of a thing becomes unnecessary per servo system of DD motor.

---

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** It is drawing having shown the mechanical configuration of one example of this invention.

**[Drawing 2]** It is drawing having shown the mechanical configuration of one example of this invention.

**[Drawing 3]** It is the block diagram having shown the example of a configuration of the control section of the index device concerning this invention.

**[Drawing 4]** It is drawing having shown the dynamic model of a moderation device.

**[Drawing 5]** It is drawing having shown the rotational frequency of each part of the dynamic model of drawing 4 .

**[Drawing 6]** It is drawing having shown the example of a configuration of the mechanical index device in the former.

**[Description of Notations]**

11 Direct Drive Motor

12 Magnetic Resolver

13 A Part for Centrum

14 Rota

15 Stator

21 Solar Gear

22 Planet Gear

23 Solar Shaft

24 Connection Member

25 Trochoid Gear

27 Planet Shaft

30 Output Flange

35 Cam Follower

40 Magnetic Resolver of Multi-Rotation Mold

42 43 Gear

614 Position Control Section

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(11)特許出願公開番号

特開平5-328664

(43)公開日 平成5年(1993)12月10日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H O 2 K 7/116

24/00

識別記号

庁内整理番号

6821-5H

7254-5H

FI

### 技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-151561

(22)出願日 平成4年(1992)5月19日

(71)出願人 591048748

高広工業株式会社

愛知県名古屋市中区塩屋町6丁目1番地

(71)出願人 391014321

横河プレシジョン株式会社

長野県下伊那郡松川町元大島3176番地25号

(72) 発明者 大澤 良久

愛知県名古屋市南区塩屋町 6 丁目 1 番地

高広工業株式会社内

(72) 発明者 早野 栄一郎

愛知県名古屋市南区塩屋町 6 丁目 1 番地

高広工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小沢 信助

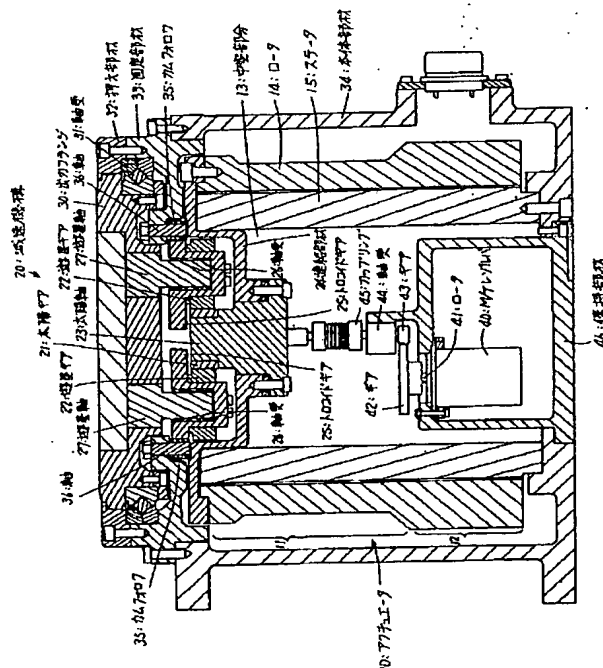
[最終頁に続く](#)

(54)【発明の名称】 インデックス装置

(57) 【要約】

【目的】 中空構造になったアクチュエータを利用してコンパクトなサイズで機械式と電子式のインデックス装置の双方の利点をもったインデックス装置を実現することを目的とする。

【構成】 回転位置がフィードバック制御されるダイレクト・ドライブ・モータに、太陽ギアと遊星ギアとトロコイドギアを用いた減速機構を取り付け、フィードバック制御による位置決めフレキシビリティと、減速機構による位置決め対象の保持力を利用して位置決め動作を行うインデックス装置である。また、アウト・ロータ型で内側のステータが中空構造になったアクチュエータを用い、中空部分に減速機構を収納する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 位置決め動作を行うインデックス装置において、

アウト・ロータ型で内側のステータは中空構造になったダイレクト・ドライブ・モータと、

アウト・ロータ型で内側のステータは中空構造になっていて、ロータとステータが前記ダイレクト・ドライブ・モータのロータとステータにそれぞれ連結されていて、ダイレクト・ドライブ・モータの絶対回転位置を検出する磁気レゾルバと、

この磁気レゾルバの検出信号をもとにダイレクト・ドライブ・モータの回転位置をフィードバック制御する制御部と、

ダイレクト・ドライブ・モータと磁気レゾルバにより形成された中空部分に収納された太陽ギア及びこの太陽ギアの周囲に配置された遊星ギアと、

前記太陽ギアの軸を前記ダイレクト・ドライブ・モータのロータに連結する連結部材と、

前記遊星ギアに固定された星形状のトロコイドギアと、位置が固定され、前記トロコイドギアの公転軌道に沿って配置されていて、トロコイドギアに係合しているカムフォロワと、

回転自在に支持されていて、前記遊星ギアを回転自在に保持し、位置決め対象が固定される出力フランジと、を具備し、ダイレクト・ドライブ・モータの回転を太陽ギアと遊星ギアを介してトロコイドギアに伝えてトロコイドギアを自転させ、自転させられたトロコイドギアは位置固定されたカムフォロワに係合しながら公転し、トロコイドギアの公転により前記出力フランジを回転させることを特徴とするインデックス装置。

【請求項2】 前記ダイレクト・ドライブ・モータと磁気レゾルバにより形成される中空部分に、前記ダイレクト・ドライブ・モータの多回転内における絶対回転位置を検出することにより前記出力フランジの1回転内における絶対回転位置を検出する多回転型の磁気レゾルバを収納したことを特徴とする請求項1記載のインデックス装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は自動化装置等に用いられるインデックス装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 インデックス装置には、機械式のインデックス装置と電子式のインデックス装置がある。機械式のインデックス装置としては、例えば図6に示すように、ウォーム形状のカム1の溝2に、回転テーブル3の周囲に設けられたローラ4に係合させ、カム1を回転させることにより回転テーブル3を位置決めするものがある。電子式のインデックス装置としては、ダイレクト・ドライブ型のサーボモータにより回転テーブルを位置決

めするものがある。機械式のインデックス装置では、割り出し位置はカムの機械的形状によって決まってしまうため、位置決めフレキシビリティがない。これに対して、電子式のインデックス装置では、サーボモータに与える位置指令値により割り出し位置を容易に変えられるため、位置決めフレキシビリティは機械式のインデックス装置よりも優れている。ところが、位置決め対象の保持は、電子式のインデックス装置では、サーボモータの保持トルクにより保持しているのに対し、機械式のインデックス装置では、ウォーム形状のカムで保持している。このため、位置決め対象の保持力は機械式のインデックス装置の方が優れている。このように機械式のインデックス装置と電子式のインデックス装置はそれぞれ一長一短をもっている。

【0003】 電子式のインデックス装置に適用できるアクチュエータとしては、例えば本出願人による特願平1-85614号の出願明細書に記載されたものがあった。このアクチュエータは、モータと磁気レゾルバを組み合わせたもので、モータと磁気レゾルバは、ともにアウト・ロータ型で内側のステータは中空構造になっていてロータどうしとステータどうしを連結させた構成にしたものである。このようなアクチュエータを利用して機械式と電子式のインデックス装置の双方の利点をもったインデックス装置の実現が試みられてきた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は上述した点に鑑みてなされたものであり、中空構造になったアクチュエータを利用してコンパクトなサイズで機械式と電子式のインデックス装置の双方の利点をもったインデックス装置を実現することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は次のとおりの構成になったインデックス装置である。

(1) 位置決め動作を行うインデックス装置において、アウト・ロータ型で内側のステータは中空構造になったダイレクト・ドライブ・モータと、アウト・ロータ型で内側のステータは中空構造になっていて、ロータとステータが前記ダイレクト・ドライブ・モータのロータとステータにそれぞれ連結されていて、ダイレクト・ドライブ・モータの絶対回転位置を検出する磁気レゾルバと、この磁気レゾルバの検出信号をもとにダイレクト・ドライブ・モータの回転位置をフィードバック制御する制御部と、ダイレクト・ドライブ・モータと磁気レゾルバにより形成された中空部分に収納された太陽ギア及びこの太陽ギアの周囲に配置された遊星ギアと、前記太陽ギアの軸を前記ダイレクト・ドライブ・モータのロータに連結する連結部材と、前記遊星ギアに固定された星形状のトロコイドギアと、位置が固定され、前記トロコイドギアの公転軌道に沿って配置されていて、トロコイドギアに係合しているカムフォロワと、回転自在に支持されて

いて、前記遊星ギアを回転自在に保持し、位置決め対象が固定される出力フランジと、を具備し、ダイレクト・ドライブ・モータの回転を太陽ギアと遊星ギアを介してトロコイドギアに伝えてトロコイドギアを自転させ、自転させられたトロコイドギアは位置固定されたカムフォロウに係合しながら公転し、トロコイドギアの公転により前記出力フランジを回転させることを特徴とするインデックス装置。

(2) 前記ダイレクト・ドライブ・モータと磁気レゾルバにより形成される中空部分に、前記ダイレクト・ドライブ・モータの多回転内における絶対回転位置を検出することにより前記出力フランジの1回転内における絶対回転位置を検出する多回転型の磁気レゾルバを収納したことを特徴とする請求項1記載のインデックス装置。

【0006】

【作用】このような本発明では、ダイレクト・ドライブ・モータの回転が太陽ギアと遊星ギアを介してトロコイドギアに伝えられてトロコイドギアが自転させられる。自転させられたトロコイドギアは位置固定されたカムフォロウに係合しながら公転する。トロコイドギアの公転により出力フランジが回転させられる。このとき、制御部によりダイレクト・ドライブ・モータの回転がフィードバック制御されることにより出力フランジの回転位置が位置決めされる。また、ダイレクト・ドライブ・モータと磁気レゾルバにより形成される中空部分に多回転型の磁気レゾルバを収納し、この磁気レゾルバによりダイレクト・ドライブ・モータの多回転内における絶対回転位置を検出することにより出力フランジの1回転内における絶対回転位置を検出する。

【0007】

【実施例】以下、図面を用いて本発明を説明する。図1は本発明の一実施例の機械的構成を示した図である。図2は図1の装置を上方から見た図であり、上方に被せられた出力フランジを外した状態を示したものである。図1及び図2において、10はアクチュエータであり、ダイレクト・ドライブ・モータ（以下、DDモータとする）11と、磁気レゾルバ12を組み合わせたものである。このアクチュエータは、図では概略的に示されているが、基本的な構成は特願平1-85614の出願明細書に記載されたアクチュエータと同様になっている。すなわち、アクチュエータ10はともにアウト・ロータ型で内側のステータは中空構造になったDDモータ11と磁気レゾルバ12を連結したものである。磁気レゾルバ12は1XレゾルバとnXレゾルバからなる。1Xレゾルバは1/n回転（nは2以上の整数）を分解能としてDDモータ11の回転位置を検出するものである。nXレゾルバは検出した1/n回転内における回転位置を検出するものである。これらのレゾルバによりDDモータの絶対回転位置を検出する。アクチュエータ10の中空部分13には、減速機構20が収納されている。

【0008】減速機構20において、21は太陽ギア、22は太陽ギア21と噛み合っていて太陽ギア21の周囲に配置された遊星ギアである。23は太陽ギア21が固定された太陽軸である。太陽軸23は連結部材24を介してアクチュエータ10のロータ14と連結されている。25は遊星ギア22が固定された星形状のトロコイドギアである。トロコイドギア25は軸受26により遊星軸27に回転自在に支持されている。遊星軸27は出力フランジ30に固定されている。出力フランジ30には位置決め対象物が固定される。出力フランジ30は軸受31により押え部材32と固定部材33に対して回転自在に支持されている。固定部材33は位置固定された本体部材34に固定されている。本体部材34にはアクチュエータ10のステータ15も固定されている。35はトロコイドギア25に係合されたカムフォロウである。カムフォロウ35は固定部材33に固定された軸36に回転自在に取り付けられている。これにより、カムフォロウ35は位置が固定されている。DDモータ11、磁気レゾルバ12及び太陽軸23は、中心軸を一致させて配置されている。

【0009】40は多回転型のレゾルバ（以下、M/Tレゾルバとする）である。M/Tレゾルバ40のロータ41は、ギア42と43からなる減速機と、軸受44と、カップリング45を介して太陽軸23に連結されている。ギア42と43による減速比はロータ14から出力フランジ30に至る動力伝達経路の減速比と等しくなっている。これらの減速比を1/mとすると（mは2以上の整数）、M/Tレゾルバ40はロータ14のm回転内における回転数を検出する。M/Tレゾルバ40は、例えば、本出願人による特願昭63-205971号の出願明細書に記載された1Xレゾルバである。この1Xレゾルバは、ロータの回転中心が偏心していて、偏心によりロータとステータのギャップがロータの1回転ごとに1周期の割合で変化する偏心型の磁気レゾルバである。このレゾルバでは、ロータ・ステータ間のギャップが変化するとステータに巻かれたコイルのインダクタンスが変わることを利用してモータの回転位置を検出している。46はM/Tレゾルバ40を本体部材34に固定する保持部材である。

【0010】このようなインデックス装置において、モータ11が回転するとアクチュエータ10のロータ14が回転する。ロータ14の回転は、連結部材24、太陽軸23、太陽ギア21、遊星ギア22を介して伝えられてトロコイドギア25を自転させる。自転させられたトロコイドギア25は、係合しているカムフォロウ35は位置固定されているため、カムフォロウ35に沿って公転する。トロコイドギア25を支持する遊星軸27は出力フランジ30に固定されているため、トロコイドギア25の公転により出力フランジ30が回転する。このようにして出力フランジ30が回転させられて位置決めさ

れる。

【0011】次に、位置決め制御を行う制御部の構成について説明する。図3は本発明にかかるインデックス装置の制御部の構成例を示したブロック図である。図3で図1及び図2と同一のものは同一符号を付ける。以下、図において同様とする。図で、Uはインデックス装置、Cはインデックス装置Uを制御する上位コントローラである。Lは位置決め対象となった負荷である。磁気レゾルバ12は前述したように1Xレゾルバ121とnXレゾルバ122からなる。また、M/Tレゾルバ40は減速機構401を介してDDモータ11と接続されている。減速機構401は図1のギア42と43に相当する。

【0012】インデックス装置Uにおいて、612は1Xレゾルバ121、nXレゾルバ122及びM/Tレゾルバ40が接続されるエンコーダインタフェイス部（以下、インタフェイスをI/Fとする）、613はエンコーダI/F部612を介して取り出された検出信号から絶対位置を検出する絶対位置検出器である。614は絶対位置検出器613の検出信号をフィードバック信号としてDDモータ11をフィードバック制御する位置制御部、615は位置制御部614からの信号を速度指令信号、エンコーダI/F部612からの信号をフィードバック信号としてDDモータ11の回転速度をフィードバック制御する速度制御部である。616はDDモータ11の出力トルクを制限するトルクリミッタ、617はDDモータ11のコイルに流れる電流を検出する電流検出器である。この実施例ではDDモータ11は3相モータであるため、2つの電流検出器で2つの相のコイルの励磁電流を検出すると、他の相のコイルの励磁電流も検出できる。618は電流検出器617の検出電流をフィードバック信号としてDDモータ11のコイルの励磁電流をフィードバック制御する電流制御部である。619はカム曲線のテーブルや、分割数等が記憶されたカム曲線テーブル記憶部である。ここで、カム曲線は、例えば、横軸に時間、縦軸にカムの回転により生じる変位、速度、加速度をとったものである。カム曲線テーブル記憶部619には複数種類のカム曲線が記憶されている。620はイベント管理部であり、上位コントローラCと位置制御部614との間で、起動、停止、同期信号の受付と発生を行う。ここで、同期信号は、インデックス装置Uのほか他の動力源がある場合に、インデックス装置Uと他の動力源との間で同期をとって駆動するために発生する信号である。621はAC100VまたはAC200Vが入力されてインデックス装置Uの各部へ電力を供給する電源部である。

【0013】上位コントローラCにおいて、630はシーケンサであり、接点信号を用いたDi/Dライン（DATA in/DATA outライン）631を介してイベント管理部620へ起動信号を与えたり、イ

ベント管理部620から同期信号を受ける。632は例えばパソコンを用いたティーチングボックスであり、RS232Cの通信回線633を介して、カム曲線テーブル記憶部619へカム曲線のテーブルを書き込んだり、イベント管理部620へ起動信号を与える。

【0014】このような制御部の動作を説明する。

#### (1) 準備の動作

負荷Lの動作パターンが決まったところで、ティーチングボックス632により、カム曲線のテーブルと分割数をカム曲線テーブル記憶部619へ記憶する。特殊な場合において、モータがある回転位置に位置決めされたところで、外部へ同期信号を出す必要があるときには、ティーチングボックス632でこれを指定する。また、使用時に負荷の動作を複数種類に切替えて用いるならば、必要とされる全てのカム曲線のテーブルを設定する。これらのカム曲線は、カム番号によりインデックス装置内で管理される。

#### 【0015】(2) 使用時における動作

シーケンサ630またはティーチングボックス632からモータの起動指令を受けると、イベント管理部620は、その時点で指定されているカム曲線のテーブル値を位置制御部614へ引渡し、位置制御部614は引渡されたテーブル値を指令値にしてDDモータ11を位置決めフィードバック制御する。モータが所定の位置に位置決めされた場合、イベント管理部620はそれを絶対位置検出器613からの検出信号により検知し、要求があれば、これを上位コントローラCへ出力する。一般的には、上記の動作を繰り返す。カム曲線を切換えたい場合は、モータが停止している間にシーケンサ630またはティーチングボックス632を介して切換指示を与える

【0016】(3) 位置決め対象の絶対回転位置の検出動作

1Xレゾルバ121は、DDモータ11が1回転すると検出信号の位相が1周期分変化する。nXレゾルバ122は、DDモータ11が1/n回転すると検出信号の位相が1周期分変化する。M/Tレゾルバ40は、DDモータ11がm回転すると検出信号の位相が1周期分変化する。このようなことから、1Xレゾルバ121の検出信号の大きさにより1/n回転を分解能にしてDDモータ11の回転位置を検出し、検出した1/n回転内における回転位置をnXレゾルバ122の検出信号の大きさにより検出することにより、DDモータ11の1回転内における絶対回転位置を検出する。さらに、M/Tレゾルバ40の検出信号の大きさによりDDモータ11のm回転内における回転数を検出する。そして、検出した回転数と、検出したDDモータ11の1回転内における絶対回転位置をもとに、DDモータ11のm回転内における絶対回転位置を検出する。DDモータ11がm回転する毎に出力フランジ30は1回転するため、1Xレゾルバ121、nXレゾルバ122及びM/Tレゾルバ40

の検出信号により出力フランジ30の1回転内における絶対回転位置が検出される。

【0017】次に、減速機構20の減速比について説明する。図4は減速機構20の力学的モデルを示した図である。図4で、カムフォロワ35は位置が固定され、出力フランジ30は力学的には腕と等価になる。遊星ギア22とトロコイドギア25は一体に回転する。図4に示す力学的モデルで、出力フランジ30、太陽ギア21、遊星ギア22、トロコイドギア25、カムフォロワ35の回転数はそれぞれ図5に示すとおりになる。図5で、 $A$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、はそれぞれ太陽ギア21、遊星ギア22、トロコイドギア25の歯数である。また、 $C$ はカムフォロワ35の個数である。例えば、 $A=30$ 、 $B_1=30$ 、 $B_2=5$ 、 $C=15$ である場合は、太陽ギア21の回転数 $N_2=4$ 、遊星ギア22とトロコイドギア25の回転数 $N_3=N_4=-2$ となる。これによって、DDモータ11と出力フランジ30の間の減速比は $1/4$ になる。

【0018】

【0019】なお、トロコイドギア25は3個以外の複数個設けられていてもよい。

【発明の効果】本発明によれば次の効果が得られる。

①フィードバック制御されるDDモータに減速機構を付けて位置決めを行っているため、位置決めのフレキシビリティが優れていてしかも位置決め対象の保持力が大きいインデックス装置を実現できる。これによって、機械式と電子式のインデックス装置の両方の利点をもったインデックス装置が実現可能になる。

②中空構造になったアクチュエータを用い、このアクチュエータの中空部分に減速機構が収納されているため、装置の全高を大きくすることなく減速機構を設けることができる。

③減速機構を介して位置決め対象を駆動しているため、

DDモータのサーボ系は外乱トルクの影響を受けにくくなる。これによって、DDモータのサーボ系につきもののサーボ系のチューニングが不要になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の機械的構成を示した図である。

【図2】本発明の一実施例の機械的構成を示した図である。

【図3】本発明にかかるインデックス装置の制御部の構成例を示したブロック図である。

【図4】減速機構の力学的モデルを示した図である。

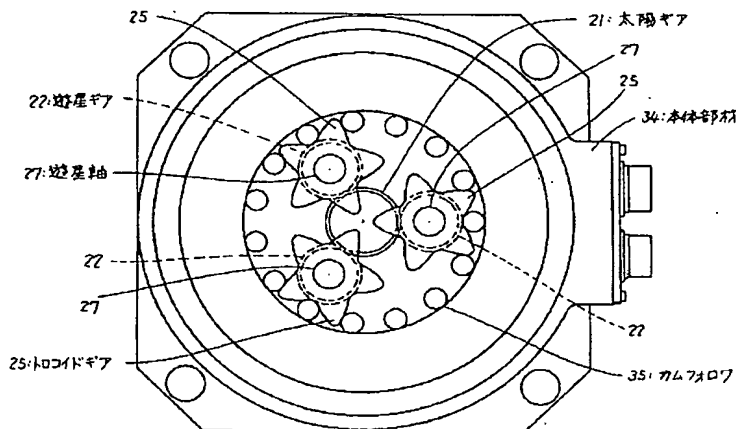
【図5】図4の力学的モデルの各部の回転数を示した図である。

【図6】従来における機械式のインデックス装置の構成例を示した図である。

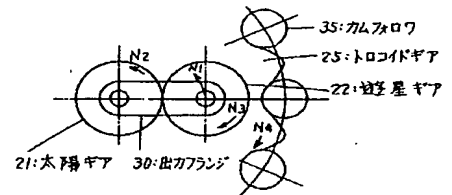
【符号の説明】

- 11 ダイレクト・ドライブ・モータ
- 12 磁気レゾルバ
- 13 中空部分
- 14 ロータ
- 15 ステータ
- 21 太陽ギア
- 22 遊星ギア
- 23 太陽軸
- 24 連結部材
- 25 トロコイドギア
- 27 遊星軸
- 30 出力フランジ
- 35 カムフォロワ
- 40 多回転型の磁気レゾルバ
- 42, 43 ギア
- 614 位置制御部

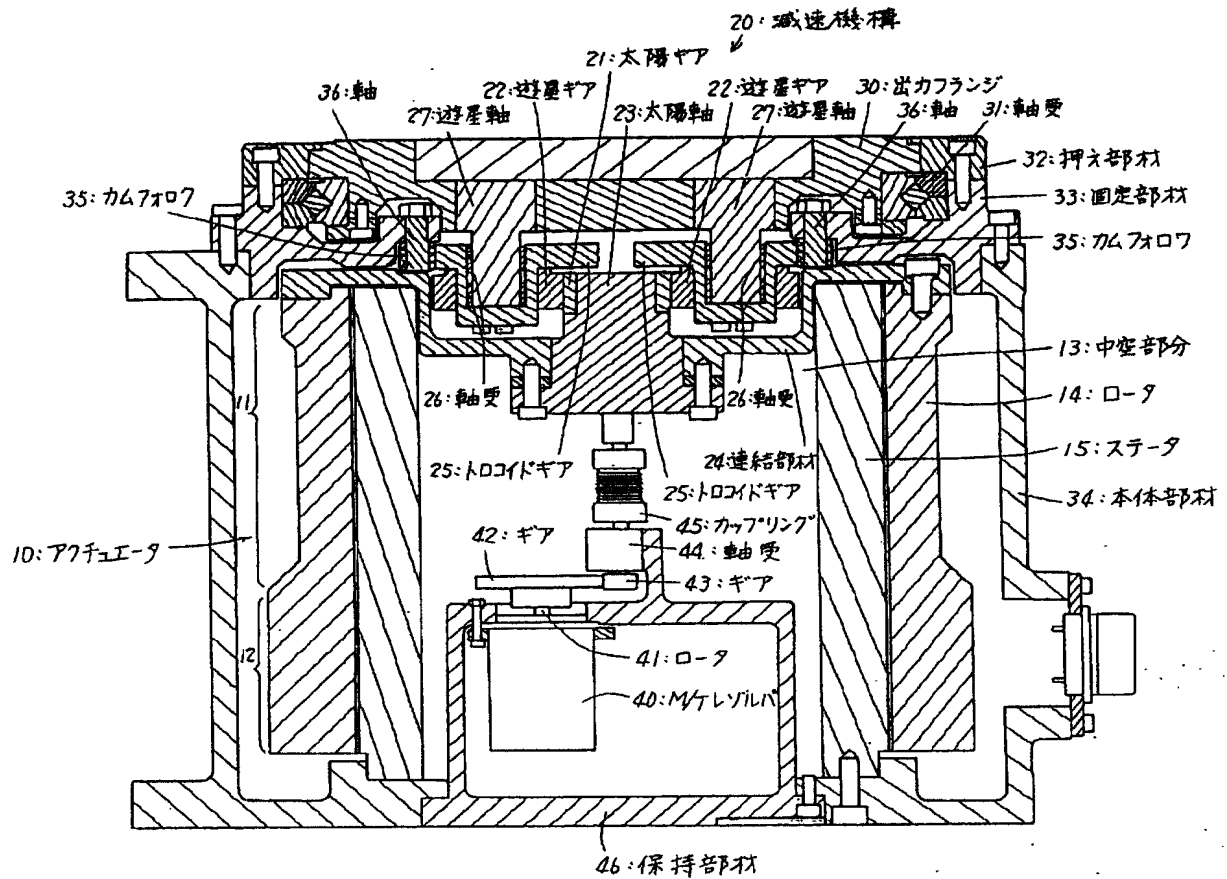
【図2】



【図4】



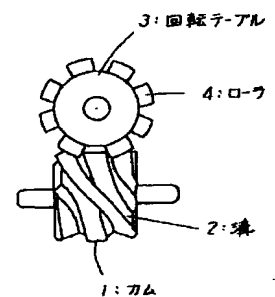
【図1】



【図5】

	出力フランジ30の 回転数 $N_1$	太陽ギア21の 回転数 $N_2$	遊星ギア22とトロコイド ギア25の回転数 $N_3, N_4$	カムフォロワ35の 回転数
全体固定の場合	+1	+1	+1	+1
出力フランジを固定 した場合	0	$\frac{C}{B_2} \times \frac{B_1}{A}$	$-\frac{C}{B_2}$	-1
正味の回転数	1	$1 + \frac{C \cdot B_1}{B_2 \cdot A}$	$1 - \frac{C}{B_2}$	0

【図6】







**THIS PAGE BLANK (USPTO)**